

EFIKASI CENDAWAN ENTOMOPATOGEN *LECANICILLIUM LECANII* TERHADAP *BEMISIA TABACI* (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) PADA KEDELAI

Yusmani Prayogo

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jln. Raya Kendalpayak, KM 08. PO BOX 66 Malang, 65101
E-mail: manik_galek@yahoo.com

ABSTRACT

Efficacy of entomopathogenic fungi *Lecanicillium lecanii* to *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on Soybean. *Bemisia tabaci* is one of the most important pests on soybean, because in addition to direct damage also as vectors of viruses and stimulated the growth of sooty mold. The efficacy of entomopathogenic fungi *Lecanicillium lecanii* to control *B. tabaci* carried out at Muneng field research station of Probolinggo in June until September 2012. Research using a split plot design, the main plot is two soybean varieties, namely Argomulyo and Wilis. Subplot is the time application of fungi *L. lecanii* with conidia densities of 10^7 and 10^9 /ml. The results showed that Argomulyo more preferred by *B. tabaci* compared Wilis variety. Nine times application of *L. lecanii* using 10^7 /ml conidia densities were applied every week the started on 14-70 days after planting (DAP) was able to suppress of *B. tabaci* in the field. However, planting Wilis varieties with nine times application of *L. lecanii* using conidia densities 10^9 /ml were recommended. Controlling of *B. tabaci* on Argomulyo variety use *L. lecanii* or lamda sihalotrin showed no significantly due to the result seed weight is lower than compare with Wilis untreated. Application of *L. lecanii* use with the highest conidia densities (10^9 /ml), no negative effect to the survival on survival of various predators; i.e. *Coccinella* sp., *Oxyopes* sp. and *Paederus* sp. Therefore, *L. lecanii* most likely to be used as an effective biopesticide agent to control of *B. tabaci* and as substitute to chemical insecticides.

Key words: *B. tabaci*, *L. lecanii*, predator, soybean, time application

ABSTRAK

Efikasi cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* terhadap *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) pada kedelai. *Bemisia tabaci* merupakan salah satu hama penting pada kedelai. Selain merusak secara langsung, *B. tabaci* juga berperan sebagai vektor virus dan memicu tumbuhnya cendawan jelaga. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efikasi cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* dalam mengendalikan *B. tabaci*. Penelitian dilakukan di kebun percobaan (KP) Muneng, Probolinggo pada bulan Juni sampai dengan September 2012. Penelitian menggunakan rancangan split plot. Petak utama adalah dua varietas kedelai, yaitu Argomulyo dan Wilis. Anak petak adalah periode waktu aplikasi cendawan *L. lecanii* yang menggunakan kerapatan konidia 10^7 dan 10^9 /ml. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas Argomulyo lebih disukai *B. tabaci* dibandingkan varietas Wilis. Aplikasi cendawan *L. lecanii* menggunakan kerapatan konidia 10^7 /ml yang diaplikasikan setiap minggu sebanyak sembilan kali mulai umur 14-70 hari setelah tanam (HST) sudah mampu menekan populasi *B. tabaci* di lapangan. Namun untuk menekan kehilangan hasil, dianjurkan menanam varietas Wilis dengan aplikasi *L. lecanii* sembilan kali menggunakan kerapatan konidia 10^9 /ml. Pengendalian *B. tabaci* pada varietas Argomulyo menggunakan *L. lecanii* maupun insektisida lamda sihalotrin tidak menunjukkan hasil yang signifikan karena berat biji yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan varietas Wilis tanpa pengendalian. Aplikasi cendawan *L. lecanii* menggunakan kerapatan konidia tertinggi (10^9 /ml), tidak berpengaruh negatif terhadap kelangsungan hidup berbagai jenis serangga predator antara lain; *Coccinella* sp., *Oxyopes* sp. maupun *Paederus* sp. Oleh karena itu, cendawan entomopatogen *L. lecanii* berpeluang besar dapat digunakan sebagai biopestisida yang efektif untuk agens pengendalian *B. tabaci* dan sebagai alternatif pengganti insektisida kimia.

Kata kunci: *B. tabaci*, kedelai, *L. lecanii*, predator, waktu aplikasi

PENDAHULUAN

Bemisia tabaci (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) merupakan salah satu jenis hama

kosmopolit sehingga dapat berkembang di berbagai tipe iklim, baik tropik maupun subtropik (Ren *et al.*, 2001; Henneberry *et al.*, 2002). Di Indonesia, *B. tabaci* menyerang berbagai jenis tanaman kacang-kacangan

dengan populasi yang cukup tinggi selama tiga tahun terakhir. Bahkan populasi *B. tabaci* terus meningkat di berbagai tempat termasuk di beberapa kebun percobaan (KP) lingkup Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi), terutama KP Muneng (Probolinggo). *Bemisia tabaci* menyebabkan kerugian secara langsung, yaitu serangga mengisap cairan tanaman pada permukaan daun (Gulluoglu *et al.*, 2010a). Sedangkan kerugian secara tidak langsung karena *B. tabaci* berfungsi sebagai vektor dari berbagai macam virus (Perring, 2001). Kerugian tidak langsung lainnya adalah terbentuknya sekresi berupa embun madu (*honeydew*) yang memicu tumbuhnya cendawan jelaga (*dark sooty mold*) yang berwarna hitam di seluruh permukaan daun, sehingga mengurangi intensitas sinar matahari yang seharusnya digunakan untuk proses fotosintesis (Byrne & Miller, 1990; Hendrix *et al.*, 1992; Davidson *et al.*, 1994; Isaacs *et al.*, 1998; Hilje & Morales, 2008).

B. tabaci berkembang biak optimal pada temperatur yang tinggi di atas 26°C dan kelembaban relatif 60%. Perkembangan serangga di lapangan dimulai pada bulan Juni dan populasi optimal terjadi pada bulan Agustus (Hilje & Morales, 2008; Lourencao *et al.*, 2011). Seekor imago betina mampu memproduksi telur hingga mencapai 160 butir dalam setahun yang terdiri 11-12 generasi (Musa & Ren, 2005). Telur diletakkan oleh imago pada permukaan daun bagian bawah, setelah kurang lebih tujuh hari telur akan menetas dan berkembang menjadi nimfa. Stadia nimfa *B. tabaci* terdiri tiga instar sebelum menjadi dewasa. Stadia nimfa maupun dewasa mempunyai peluang yang sama dalam menyebabkan kerusakan pada tanaman karena mengisap lapisan ploem yang mengandung berbagai jenis gula (Hendrix *et al.*, 1992).

Teknologi pengendalian *B. tabaci* yang tersedia hingga saat ini hanya terbatas pada aplikasi insektisida kimia (Horowitz & Inshaya, 1996; Byrne *et al.*, 2003; Ullah *et al.*, 2006). Namun insektisida kimia, selain harganya yang relatif mahal juga mengakibatkan resistensi hama karena perkembangan *B. tabaci* yang sangat cepat hanya berlangsung 12 hari (Denholm *et al.*, 1996; Horowitz & Inshaya, 1996). Dengan demikian, aplikasi insektisida kimia menjadi kurang efektif dan keberadaan *B. tabaci* di lapangan tetap menjadi masalah yang sulit diatasi. Aplikasi insektisida kimia juga menimbulkan pencemaran lingkungan dan mematikan hampir seluruh serangga berguna, meliputi serangga penyerbuk, perombak (*detrivor*), maupun musuh alami baik parasitoid maupun predator.

Cendawan entomopatogen, *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare & Gams yang sebelumnya juga disebut

dengan *L. muscarium* dilaporkan efektif mengendalikan berbagai jenis hama terutama dari ordo Homoptera (Gindin *et al.*, 1994). Efikasi *L. lecanii* tampak dari kelebihan cendawan tersebut karena mampu menggagalkan penetasan telur (*ovicidal*) (Prayogo, 2009), selain itu cendawan tersebut mampu menginfeksi seluruh stadia *B. tabaci* baik nimfa maupun imago (Ren *et al.*, 2010). Dilaporkan lebih lanjut, bahwa kandungan toksin dari *L. lecanii* mampu menolak peletakan telur serangga (*deterrent oviposition*) sehingga perkembangan populasi serangga di lapangan dapat tertekan (Wang *et al.*, 2005). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efikasi frekuensi aplikasi cendawan *L. lecanii* dalam mengendalikan *B. tabaci* pada kedelai.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu. Penelitian dilakukan di kebun percobaan (KP) Muneng, Probolinggo mulai bulan Juni sampai September 2012.

Rancangan Percobaan. Percobaan menggunakan rancangan petak terbagi, dengan tiga ulangan. Petak utama adalah varietas kedelai Argomulyo (V1; berbiji besar) dan Wilis (V2; berbiji kecil). Sedangkan anak petak adalah frekuensi aplikasi cendawan entomopatogen *L. lecanii* dengan kerapatan konidia dan aplikasi cendawan pada umur yang berbeda, sebagai berikut:

- A1 = Kerapatan konidia 10^7 /ml pada umur 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, dan 70 HST.
- A2 = Kerapatan konidia 10^7 /ml pada umur 14, 21, 28, 42, 56, dan 70 HST.
- A3 = Kerapatan konidia 10^9 /ml pada umur 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, dan 70 HST.
- A4 = Kerapatan konidia 10^9 /ml pada umur 14, 21, 28, 42, 56, dan 70 HST.
- A5 = Aplikasi insektisida kimia lamda sihalotrin pada 14, 21, 28, 38, 45, 52, dan 59 HST.
- A6 = Kontrol (tanpa pengendalian).

Kedelai varietas Argomulyo dan Wilis ditanam pada plot yang berukuran 7 x 5 m, jarak tanam 40 x 10 cm, setiap lubang diisi dua tanaman. Infestasi *B. tabaci* secara alamiah karena lokasi penelitian dan kondisi lingkungan sangat kondusif bagi perkembangan serangga ini. Berdasarkan perkembangan populasi *B. tabaci* di lokasi penelitian setiap tahun terjadi peledakan (*outbreak*) mulai tahun 2005.

Cendawan *L. lecanii* yang digunakan adalah koleksi dari laboratorium Entomologi (Balitkabi), yaitu isolat LI-JTM11 yang memiliki virulensi tinggi hasil

eksplorasi pada tahun 2009 (Prayogo, 2009). Cendawan tersebut dikulturkan pada media beras jagung, pada umur 21 hari biakan cendawan dicampur dengan air kemudian dikocok menggunakan *shaker* selama 30 menit untuk memisahkan konidia yang terbentuk. Suspensi konidia dihitung menggunakan *haemocytometer* hingga memperoleh kerapatan konidia 10^9 dan 10^7 /ml sebagai perlakuan. Suspensi konidia cendawan *L. lecanii* sebelum diaplikasikan ditambah dengan larutan Tween 80 sebanyak 2 ml/l air. Aplikasi suspensi konidia *L. lecanii* dilakukan sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan pada masing-masing perlakuan.

Sticky trap berukuran 30 x 30 cm dipasang di atas permukaan tanaman di setiap plot perlakuan yang berlawanan arah angin dengan tujuan untuk mendeteksi populasi *B. tabaci* setelah diaplikasi cendawan *L. lecanii*. Pemasangan *sticky trap* dilakukan satu hari sebelum aplikasi dan satu hari setelah aplikasi suspensi *L. lecanii*. Pengambilan dan pemasangan *sticky trap* dilakukan setiap pukul 08:00 WIB.

Peubah yang diamati adalah; (1) populasi awal *B. tabaci* pada umur 13 HST kemudian dilanjutkan pada umur satu hari setelah aplikasi cendawan *L. lecanii*, (2) populasi hama utama kedelai selain *B. tabaci*, (3) populasi musuh alami, (4) intensitas kerusakan tanaman akibat *B. tabaci* dan (5) komponen hasil. Intensitas kerusakan dinilai dari tingkat serangan *B. tabaci* pada sepuluh tanaman contoh menggunakan skor, sebagai berikut:

- 0 = tanaman tidak terserang *B. tabaci*, daun tidak keriting dan permukaan daun tidak ditumbuhi cendawan jelaga.
- 1 = tanaman terserang *B. tabaci*, daun keriting dan permukaan daun ditumbuhi cendawan jelaga (0-25%).
- 2 = tanaman terserang *B. tabaci*, daun keriting dan permukaan daun ditumbuhi cendawan jelaga (26-50%).
- 3 = tanaman terserang *B. tabaci*, daun keriting dan permukaan daun ditumbuhi cendawan jelaga (51-75%), polong dan biji berkembang tidak normal.
- 4 = tanaman terserang *B. tabaci* daun keriting dan permukaan daun ditumbuhi cendawan jelaga berkisar >75%, polong dan biji berkembang tidak normal.

Intensitas serangan *B. tabaci* selanjutnya dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$I = \sum \frac{(ni \times vi)}{ZN} \times 100 \%$$

Keterangan :

I = Intensitas serangan (%)

ni = banyaknya daun yang menunjukkan skor ke-i

vi = skor daun ke-i (i = 0 – 4)

Z = skor tertinggi (4)

N = banyaknya daun yang diamati

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Aplikasi Cendawan *L. lecanii* terhadap Populasi *B. tabaci*. Populasi *B. tabaci* diamati dengan cara memasang perangkap kuning (*sticky trap*) di seluruh permukaan tanaman pada setiap plot-plot perlakuan. Populasi *B. tabaci* yang tertangkap pada *sticky trap* satu hari sebelum aplikasi cendawan *L. lecanii*, yaitu pada umur 13 hari setelah tanam (HST) berkisar 13-28 ekor (Tabel 1). Sementara itu, pengamatan visual dengan menghitung jumlah populasi pada tiap tanaman ditemukan imago *B. tabaci* sebanyak 12 ekor tiap rumpun. Berdasarkan nilai ambang kendali terhadap semua jenis serangga hama yang berfungsi sebagai vektor virus ditentukan satu ekor tiap tanaman, oleh karena itu infestasi buatan *B. tabaci* tidak perlu dilakukan di lahan percobaan.

Populasi *B. tabaci* ditemukan lebih banyak pada varietas kedelai yang berbiji besar (Argomulyo) dibandingkan dengan kedelai berbiji kecil (Wilis). Satu hari setelah aplikasi *L. lecanii*, tampak terjadi peningkatan populasi *B. tabaci* lebih banyak terutama pada varietas Argomulyo. Pada varietas Wilis meskipun terjadi peningkatan populasi, namun peningkatannya tidak sebesar pada varietas Argomulyo. Aplikasi cendawan *L. lecanii* sebanyak sembilan kali yang dilakukan setiap minggu (14, 21, 28, 35, 42, 48, 55, 62 dan 70 HST) mampu menekan perkembangan populasi *B. tabaci* jika dibandingkan dengan aplikasi hanya lima kali (14, 28, 42, 55 dan 70 HST), baik pada varietas Argomulyo maupun varietas Wilis. Meskipun populasi *B. tabaci* lebih tinggi pada perlakuan yang diaplikasi dengan *L. lecanii* hanya lima kali, namun populasi tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan aplikasi *L. lecanii* sembilan kali. Efikasi *L. lecanii* dalam mengendalikan *B. tabaci* setara dengan keefektifan insektisida kimia (lamda sihalotrin) karena secara statistik tidak berbeda nyata, baik pada varietas Argomulyo maupun Wilis.

Populasi *B. tabaci* semakin bertambah banyak dengan bertambahnya umur tanaman. Pengamatan pada umur 22 HST, populasi *B. tabaci* semakin bertambah banyak bahkan hingga di atas 150 ekor yang tertangkap pada perlakuan kontrol (tanpa aplikasi cendawan *L. lecanii*). Penanaman kedelai berbiji kecil (Wilis) yang

Tabel 1. Populasi *B. tabaci* yang tertangkap pada *sticky trap* setelah diaplikasi dengan cendawan *L. lecanii*

Varietas Aplikasi	Populasi <i>B. tabaci</i> yang tertangkap <i>sticky trap</i> sehari sesudah aplikasi cendawan <i>L. lecanii</i> (ekor)									
	13HST	15HST	22HST	29HST	36HST	43HST	49HST	56HST	63HST	71HST
V1A1	24 a	30 b	121 bc	59 ab	263 a	267 a	596 b	3376 ab	3397 a	333 bc
V1A2	23 a	35 b	144 bc	59 ab	293 a	290 a	646 b	3396 ab	3210 a	316 b
V1A3	20 a	21 b	110 c	57 abc	246 a	211 a	550 b	3152 ab	3029 a	245 bcd
V1A4	17 a	41 b	120 bc	59 ab	255 a	238 a	570 b	3155 ab	3155 a	336 b
V1A5	18 a	22 b	110 c	49 abc	218 a	172 a	525 b	2532 b	2546 a	245 bcd
V1A6	28 a	80 a	158 a	63 a	304 a	296 a	966 a	3775 a	3397 a	512 a
V2A1	16 a	19 b	109 c	57 abc	220 a	258 a	475 b	2532 ab	2687 a	252 bcd
V2A2	15 a	28 b	110 c	49 abc	241 a	281 a	541 b	2934 b	2845 a	102 cd
V2A3	13 a	17 b	75 d	41 c	223 a	167 a	416 b	2853 b	2649 a	144 d
V2A4	15 a	17 b	109 c	45 bc	233 a	208 a	477 b	2459 b	2678 a	225 bcd
V2A5	15 a	17 b	105 c	46 abc	197 a	135 a	319 b	2459 b	2152 a	251 bcd
V2A6	28 a	53 ab	152 a	59 ab	286 a	284 a	623 ab	3412 ab	3228 a	328 bc
KK (%)	35,34	47,02	21,39	17,80	22,08	30,03	11,45	16,16	22,29	37,54
DMRT (0,05)	18	38	25	17	116	181	346	1101	1125	136

Keterangan: V1 = varietas Argomulyo; V2 = varietas Wilis

diaplikasi dengan cendawan *L. lecanii* tampak lebih efektif dalam menekan populasi *B. tabaci* dibandingkan dengan kedelai berbiji besar (Argomulyo). Aplikasi *L. lecanii* sebanyak sembilan kali lebih efektif terutama yang menggunakan kerapatan konidia $10^9/\text{ml}$ apabila dibandingkan dengan kerapatan konidia $10^7/\text{ml}$. Meskipun demikian, kerapatan konidia $10^9/\text{ml}$ tidak berbeda nyata dengan kerapatan konidia $10^7/\text{ml}$ apabila yang ditanam adalah varietas Argomulyo.

Aplikasi suspensi konidia cendawan *L. lecanii* pada umur 28 HST menyebabkan penurunan populasi *B. tabaci*. Hal ini dapat dibuktikan dari pengamatan pada umur 29 HST populasi lebih rendah apabila dibandingkan dengan populasi *B. tabaci* pada umur 22 HST. Pada pengamatan tersebut populasi *B. tabaci* pada varietas Wilis di lapangan tampak lebih rendah dibandingkan dengan varietas Argomulyo. Aplikasi cendawan *L. lecanii* sebanyak sembilan kali menggunakan kerapatan konidia $10^9/\text{ml}$ lebih efektif dalam menekan populasi *B. tabaci* dibandingkan dengan perlakuan lainnya, bahkan lebih efektif apabila dibandingkan dengan efikasi dari insektisida lamda sihalotrin.

Populasi *B. tabaci* meningkat lebih tinggi pada tanaman yang berumur 36, 43 dan 49 HST, namun diantara perlakuan yang diuji tidak berbeda nyata kecuali

tanpa perlakuan pada umur 49 HST. Efikasi insektisida kimia pada ketiga pengamatan tersebut lebih tinggi dalam menekan populasi *B. tabaco*, baik pada varietas Argomulyo maupun Wilis, namun efikasi insektisida kimia tidak berbeda nyata dengan aplikasi dengan *L. lecanii*. Populasi *B. tabaci* pada varietas Wilis tetap konsisten lebih rendah dibandingkan dengan varietas Argomulyo. Peningkatan populasi *B. tabaci* cukup tinggi yaitu hingga di atas 3000 ekor pada tanaman yang berumur 56 dan 63 HST. Populasi *B. tabaci* tertinggi terjadi pada perlakuan varietas Argomulyo terutama yang hanya mendapat aplikasi *L. lecanii* lima kali. Perbedaan kerapatan konidia *L. lecanii* antara $10^7/\text{ml}$ dan $10^9/\text{ml}$ menyebabkan perbedaan peningkatan keefektifan cendawan dalam mengendalikan *B. tabaci*. Namun efikasi dari kedua jenis kerapatan konidia *L. lecanii* tersebut secara statistik tidak berbeda nyata.

Perbedaan kelimpahan populasi *B. tabaci* pada varietas Argomulyo dibandingkan dengan varietas Wilis diduga karena berhubungan dengan kerapatan trikom yang dimiliki oleh varietas Argomulyo. Trikom yang rapat akan lebih aman untuk menyembunyikan telur-telur serangga yang baru diletakkan oleh imago betina (Mansaray & Sundufu 2009). Fenomena ini berbeda dengan yang dilaporkan oleh Lam & Pedigo (2001) serta Junior *et al.* (2007), trikom pada tanaman kapas yang

lebih rapat tidak disukai oleh *B. tabaci* untuk meletakkan telurnya. Hal ini disebabkan karena semakin banyak trikom, semakin banyak pula kandungan kelenjar senyawa gosipol yang dikeluarkan oleh tanaman tersebut. Perlu diketahui bahwa gosipol yang dihasilkan oleh kelenjar trikom kapas merupakan senyawa sekunder yang dihasilkan oleh tanaman kapas sebagai racun bagi serangga herbivor (Butter *et al.*, 1990; Wilson *et al.*, 1993).

Populasi *B. tabaci* pada umur 70 HST, tampak terjadi penurunan yang sangat signifikan karena populasi hanya berkisar 100-300 ekor. Populasi *B. tabaci* tertinggi terjadi pada penggunaan varietas Argomulyo terutama yang hanya mendapat aplikasi *L. lecanii* sebanyak lima kali. Sedangkan aplikasi *L. lecanii* sebanyak sembilan kali tampak lebih efektif dalam menekan perkembangan populasi *B. tabaci*. Aplikasi suspensi cendawan *L. lecanii* tampak cukup efektif dalam mengendalikan *B. tabaci* karena setara dengan efikasi insektisida lamda sihalotrin. Efikasi *L. lecanii* dapat dibuktikan dengan adanya kolonisasi miselium cendawan pada tubuh imago *B. tabaci* yang mati pada permukaan daun kedelai (Gambar 1). Kolonisasi miselium cendawan *L. lecanii* berwarna putih tampak pada hari keempat setelah aplikasi.

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa penanaman varietas kedelai yang berbiji besar dan memiliki trikom lebih rapat akan meningkatkan populasi *B. tabaci* sehingga kerusakan tanaman juga akan semakin meningkat. Kerapatan konidia cendawan *L. lecanii* 10⁷/ml yang diaplikasikan setiap minggu sebanyak sembilan kali mulai umur 14 HST sudah cukup efektif dalam menekan populasi *B. tabaci*. Rendahnya populasi *B. tabaci* pada tanaman kedelai yang berumur

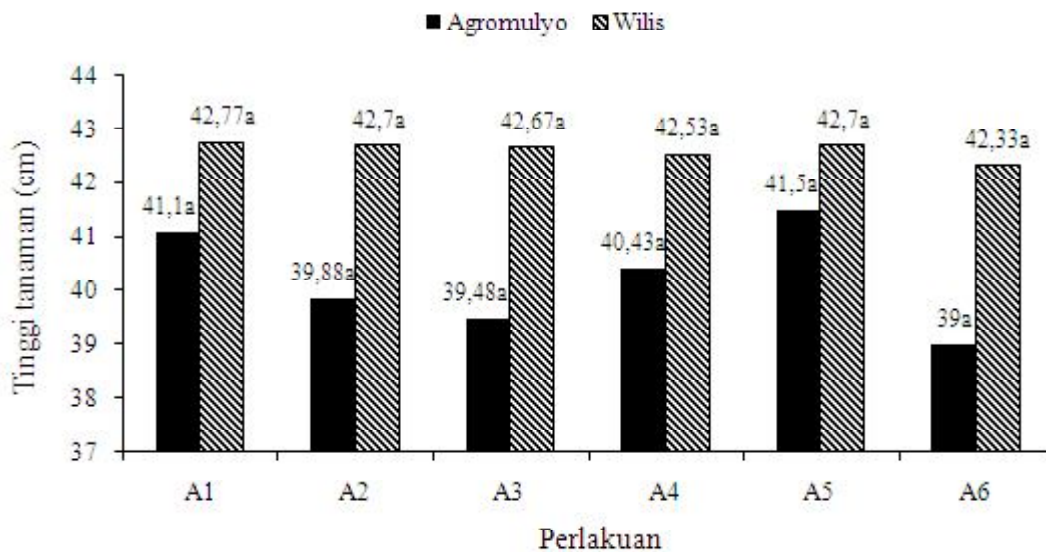
lebih tua, diduga daun yang berumur tua sudah tidak menarik sebagai tempat untuk peletakan telur maupun sebagai sumber makanan. *B. tabaci* memilih daun untuk diisap cairannya sebagai sumber nutrisi bagi perkembangbiakan serangga, sementara itu daun yang berumur tua sudah terbatas kandungan airnya dan struktur fisik tanaman tidak disukai oleh imago. Menurut McAuslane (1996) dan Mansaray & Sundufu (2009), tanaman kedelai yang berumur lebih tua tidak disukai oleh *B. tabaci* sebagai tempat peletakan telur.

Tinggi Tanaman. Gejala serangan *B. tabaci* yang mudah dilihat pada tanaman kedelai adalah terjadinya pemendekan tanaman (*stunting*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi tanaman tidak berbeda nyata antara perlakuan aplikasi cendawan entomopatogen *L. lecanii* dengan kontrol (tanpa pengendalian). Hal ini disebabkan di lahan percobaan terjadi ledakan *B. tabaci* yang cukup berat sehingga tanaman sebelum memperoleh aplikasi *L. lecanii* juga sudah terserang *B. tabaci*. Efikasi aplikasi *L. lecanii* yang signifikan tampak pada daun kedelai yang tidak ditumbuhi oleh cendawan jelaga yang berwarna hitam dan tidak mengalami keriting. Sementara itu, pada tanaman kontrol (tanpa pengendalian) menunjukkan gejala adanya embun jelaga dan daun mengeriting. Salah satu indikasi serangan berat *B. tabaci* selain kerdil yaitu adanya embun jelaga dan daun mengeriting. Tinggi tanaman kedelai yang mendapat perlakuan aplikasi cendawan *L. lecanii* tampak lebih tinggi berkisar 2-3 cm dibandingkan dengan kontrol (Gambar 2).

Menurut Botha *et al.* (2007) dampak serangan *B. tabaci* mampu mengakibatkan tanaman menjadi kerdil (*stunting*), hal ini disebabkan pertumbuhan



Gambar 1. *B. tabaci* mati terinfeksi dan terkolonisasi miselium cendawan *L. lecanii* setelah empat hari aplikasi.



Gambar 2. Tinggi tanaman varietas Argomulyo dan Wilis setelah diaplikasi menggunakan cendawan *L. lecanii*

tanaman terhambat dalam proses fotosintesis. Keadaan ini terjadi karena seluruh permukaan daun tertutup oleh cendawan jelaga (*dark sooty mold*) yang tumbuh akibat embun madu yang disekresikan oleh *B. tabaci*. Selain itu, gejala serangan *B. tabaci* dapat menyebabkan daun-daun menjadi keriting akibat infeksi virus yang ditularkan serangga tersebut (Perez *et al.*, 2009; Islam & Shunxiang 2009; Gulluoglu *et al.*, 2010b). Menurut Sidhu *et al.* (2009) serangga *B. tabaci* merupakan vektor berbagai macam virus, khususnya *cowpea mild mottle virus* (CMMV) dengan gejala belang samar, daun mengeriput dan mengecil serta tanaman menjadi kerdil apabila intensitas serangan cukup parah.

Intensitas Serangan *B. tabaci*. Intensitas serangan *B. tabaci* dinilai dari kerusakan tanaman yang ditandai dengan gejala keriting pada daun dan tumbuhnya cendawan jelaga yang berwarna hitam menutup seluruh permukaan daun bagian atas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas kerusakan tanaman akibat *B. tabaci* pada umur 42 HST yang diaplikasi cendawan *L. lecanii* sangat rendah karena hanya sekitar 10% terutama pada varietas Wilis. Sementara itu, intensitas serangan *B. tabaci* pada varietas Argomulyo lebih tinggi mencapai 20%, bahkan pada perlakuan kontrol (tanpa pengendalian) hingga mencapai 27% (Tabel 2).

Intensitas serangan *B. tabaci* pada umur 57 HST terjadi peningkatan mencapai dua kali lipat jika dibandingkan dengan intensitas pada umur 42 HST. Perlakuan aplikasi cendawan *L. lecanii* sebanyak 9 kali menggunakan kerapatan konidia 10^7 /ml menunjukkan

tingkat serangan *B. tabaci* lebih rendah jika dibandingkan dengan aplikasi menggunakan kerapatan konidia 10^9 /ml pada varietas Wilis maupun Argomulyo. Fenomena ini mengindikasikan bahwa aplikasi cendawan *L. lecanii* sebanyak 9 kali menggunakan kerapatan konidia 10^7 /ml sudah cukup untuk mengendalikan *B. tabaci* pada lahan yang terjadi ledakan (*outbreak*).

Intensitas serangan *B. tabaci* pada varietas Argomulyo cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan varietas Wilis, baik pada tanaman umur 42 maupun 57 HST. Meskipun demikian, pada varietas Argomulyo yang memperoleh aplikasi cendawan *L. lecanii* secara visual tidak banyak ditemukan cendawan jelaga yang tumbuh dan menutup permukaan daun (Gambar 3a & 3b). Sedangkan pada tanaman border tanpa pengendalian tampak ditumbuhi cendawan jelaga yang menutup seluruh permukaan daun kelihatan sangat hitam (Gambar 3c). Cendawan *L. lecanii* menghasilkan berbagai senyawa toksin yang berfungsi sebagai penghalau/penolak proses oviposisi atau proses peletakan telur serangga hama. Senyawa toksin yang dihasilkan oleh cendawan *L. lecanii* bersifat menolak (*deterent*) sehingga tidak disukai oleh imago *B. tabaci* untuk meletakkan telurnya pada organ tanaman (Wang *et al.* 2007). Beberapa jenis toksin yang dihasilkan oleh cendawan *L. lecanii* yaitu *beauvericin*, *dipicolinic acid*, *hydroxycarboxylic acid*, dan *cyclosporin* yang dilaporkan sangat toksik terhadap serangga (Charnley, 2003a & 2003b; Murakoshi *et al.*, 2005).

Jumlah Polong Isi Tiap Tanaman. Jumlah polong isi yang diperoleh pada varietas Wilis jauh lebih banyak

Tabel 2. Intensitas serangan *B. tabaci* pada tanaman kedelai umur 42 dan 57 HST

Perlakuan	Persentase serangan <i>B. tabaci</i> pada hari ke.. n (HST)	
	42	57
V1 A1	19,59 bc	27,03 bcde
V1 A2	21,64 b	30,84 ab
V1 A3	14,87 bcd	25,52 bcde
V1 A4	19,13 bc	28,56 bcd
V1 A5	8,93 d	24,40 cde
V1 A6	27,48 a	31,57 a
V2 A1	10,63 cd	23,58 cde
V2 A2	10,81 cd	23,99 cde
V2 A3	8,72 d	22,90 de
V2 A4	10,58 cd	23,11 cde
V2 A5	8,10 d	21,99 e
V2 A6	25,63 a	28,95 abc
KK (%)	29,11	15,31
DMRT (0,05)	6,14	2,91

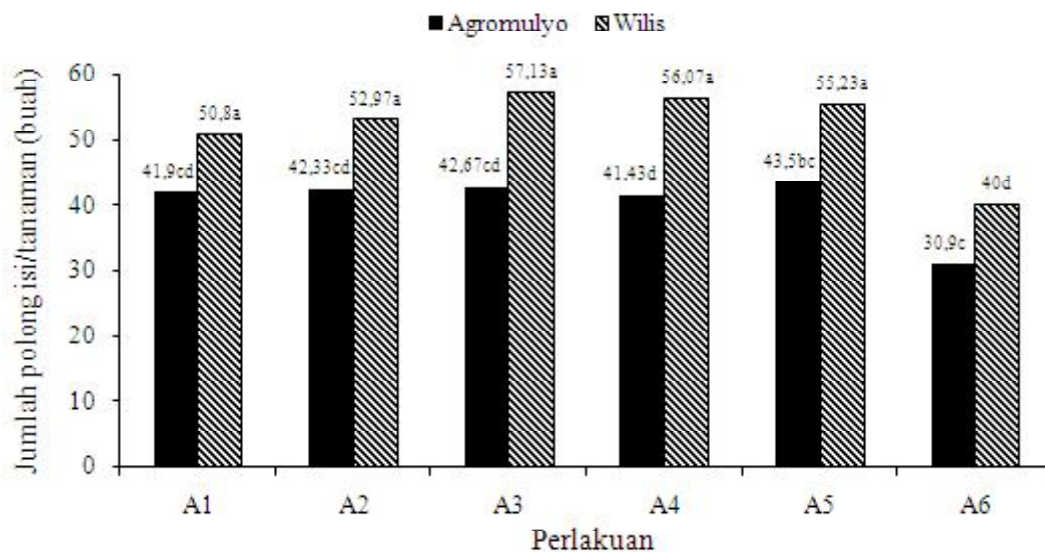
Keterangan: V1 = varietas Agromulyo; V2 = varietas Wilis



Gambar 3. Keragaan kedelai varietas Wilis (A) dan Argomulyo (B) yang diaplikasi cendawan *L. lecanii* serta varietas Argomulyo yang tertutup cendawan jelaga akibat sekresi dari *B. tabaci* (C).

jika dibandingkan dengan varietas Argomulyo. Jumlah polong isi terbanyak yaitu hingga mencapai 57,13 buah tiap batang pada varietas Wilis yang memperoleh aplikasi *L. lecanii* sebanyak 9 kali menggunakan kerapatan

konidia 10^9 /ml (Gambar 4). Namun perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan aplikasi *L. lecanii* sebanyak lima kali menggunakan kerapatan konidia 10^9 /ml (56,07), aplikasi sembilan kali menggunakan



Gambar 4. Jumlah polong isi varietas Wilis dan Argomulyo terserang *B. tabaci* yang diaplikasi menggunakan cendawan *L. lecanii*.

kerapatan konidia $10^7/\text{ml}$ (50,80), dan aplikasi lima kali kerapatan konidia $10^7/\text{ml}$ (52,97) maupun aplikasi insektisida lamda sihalotrin (55,23). Sementara itu, jumlah polong isi pada varietas Argomulyo berkisar 41-42 buah/batang dan tidak berbeda nyata dengan varietas Wilis tanpa pengendalian (40 buah/batang). Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa untuk mempertahankan jumlah polong isi maka dianjurkan menggunakan varietas Wilis akan lebih baik dibandingkan varietas Argomulyo yang berbiji besar karena varietas Argomulyo sangat rentan dan kondusif untuk perkembangan *B. tabaci*. Menurut Lambert *et al.* (1997) dan Gulluoglu *et al.* (2010a) varietas yang rentan terhadap *B. tabaci* maka jumlah polong isi yang terbentuk sangat terbatas, selain itu ukuran polong juga tidak normal karena pada waktu pengisian polong, tanaman tidak dapat melakukan proses fotosintesis dengan sempurna.

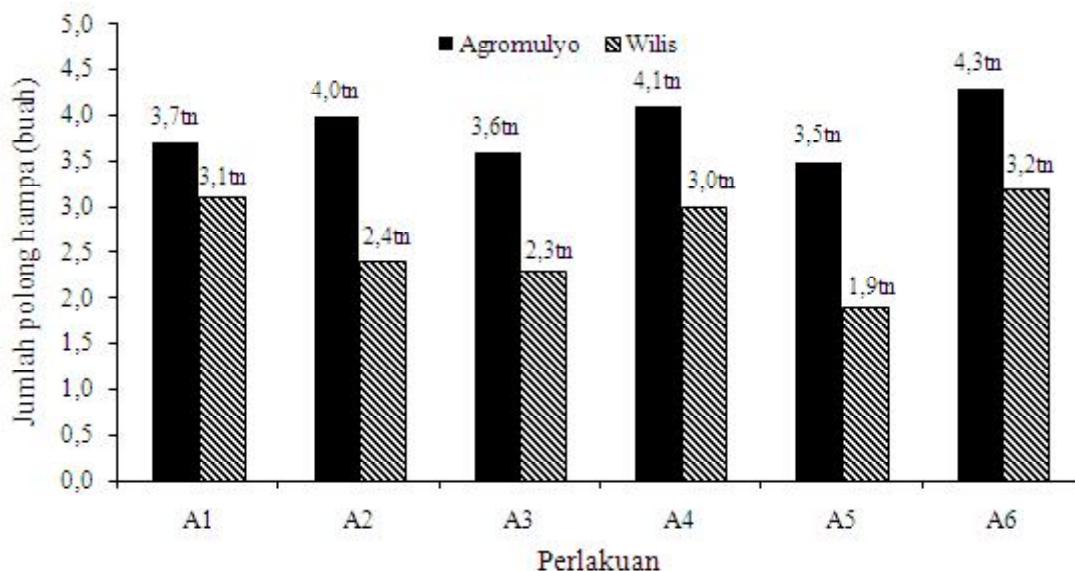
Jumlah Polong Hampa. Jumlah polong hampa terbanyak terjadi pada perlakuan kontrol (tanpa pengendalian), yaitu 4,3 buah tiap batang terjadi pada varietas Argomulyo (Gambar 5). Penggunaan varietas Argomulyo menyebabkan jumlah polong hampa yang terbentuk lebih banyak jika dibandingkan dengan varietas Wilis. Jumlah polong hampa yang terjadi pada varietas Wilis lebih rendah terutama dengan perlakuan aplikasi *L. lecanii* sebanyak sembilan kali dengan kerapatan konidia $10^9/\text{ml}$ meskipun perlakuan tersebut tidak berbeda nyata.

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa efikasi cendawan *L. lecanii* dengan aplikasi sebanyak 9 kali

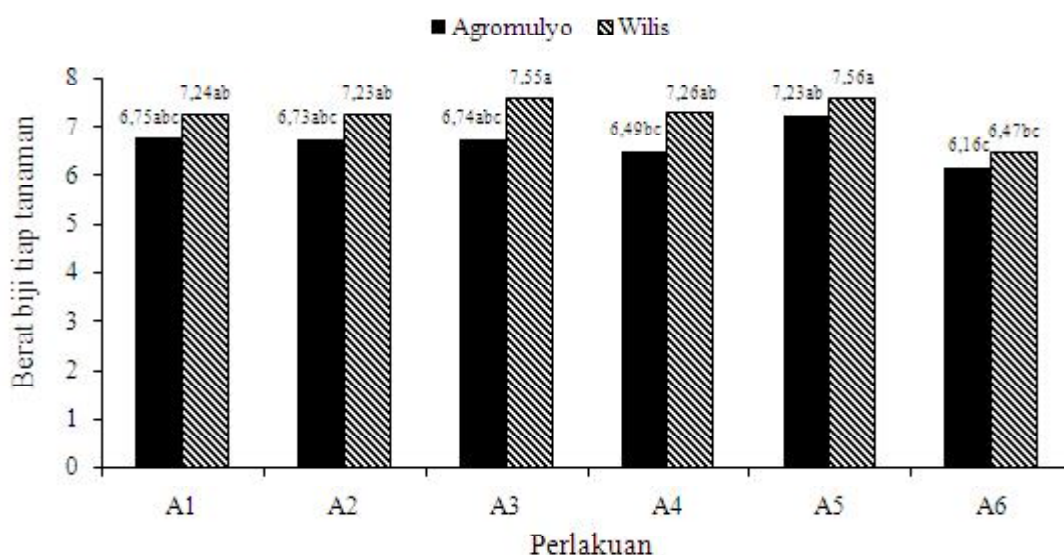
menggunakan kerapatan konidia $10^9/\text{ml}$ setara dengan efikasi insektisida kimia dalam menekan jumlah polong hampa yang terbentuk. Aplikasi *L. lecanii* sembilan kali mengakibatkan populasi dan intensitas serangan *B. tabaci* juga lebih rendah, sehingga tanaman dapat melakukan proses fisiologi secara optimal. Menurut Gulluoglu *et al.* (2010b), tingkat kerugian hasil yang disebabkan oleh *B. tabaci* sangat bervariasi mulai rendah hingga berat. Serangan berat dapat menurunkan produksi kedelai, baik kualitas maupun kuantitas karena banyak biji yang hampa akibat tidak terisi secara optimal (Arioglu *et al.*, 1989a & 1989b).

Berat Biji Tiap Tanaman. Berat biji tiap tanaman tertinggi, yaitu mencapai 7,56 g terjadi pada perlakuan aplikasi cendawan *L. lecanii* sebanyak sembilan kali menggunakan kerapatan konidia $10^9/\text{ml}$ pada varietas Wilis (Gambar 6). Sementara itu, rata-rata berat biji pada varietas Argomulyo lebih rendah dibandingkan varietas Wilis, kecuali pada perlakuan aplikasi sembilan kali menggunakan kerapatan konidia $10^9/\text{ml}$ dan aplikasi insektisida kimia. Berat biji tiap tanaman terendah terjadi pada perlakuan kontrol, yaitu rata-rata hanya 6,16 - 6,47 yang terjadi pada kedua varietas yang diuji baik Argomulyo maupun Wilis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan varietas Wilis yang diaplikasi menggunakan cendawan *L. lecanii* sebanyak sembilan kali dengan kerapatan konidia $10^9/\text{ml}$ cukup efektif dan sebanding dengan efikasi insektisida kimia yang berbahan aktif lamda sihalotrin.

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa cendawan *L. lecanii* cukup efektif dalam mengendalikan



Gambar 5. Jumlah polong hampa yang terbentuk pada varietas Argomulyo dan Wilis setelah diaplikasi dengan cendawan *L. lecanii*



Gambar 6. Berat kering biji tiap tanaman varietas Argomulyo dan Wilis setelah diaplikasi menggunakan cendawan *L. lecanii*

B. tabaci apabila digunakan sesuai dengan jumlah aplikasi, kerapatan konidia maupun isolat yang digunakan. Cendawan *L. lecanii* yang digunakan dalam penelitian ini adalah LI-JTM11, yaitu isolat yang diperoleh dari serangga *Leptocorisa acuta* (Hemiptera; Alydidae) di Probolinggo pada tahun 2009 yang cukup efektif dalam mengendalikan *Riptortus linearis*. Hasil penelitian Park & Kim (2010) menunjukkan efikasi isolat cendawan *L. lecanii* strain 4078 dan Btab01 memiliki virulensi yang sangat tinggi mampu membunuh *B. tabaci* hingga mencapai 99% bahkan lebih efektif dibandingkan dengan insektisida kimia.

Berat Biji Kedelai Tiap Plot. Hasil berat biji kedelai tiap plot yang berukuran 7 x 5 m terbanyak diperoleh dari perlakuan aplikasi cendawan *L. lecanii* sebanyak sembilan kali dengan kerapatan konidia $10^9/\text{ml}$ pada varietas Wilis, yaitu mencapai 6615 g (Gambar 7). Namun sebenarnya berat biji pada perlakuan tersebut juga tidak berbeda nyata dengan perlakuan aplikasi hanya lima kali menggunakan kerapatan konidia yang sama atau kerapatan konidia yang lebih rendah ($10^7/\text{ml}$) dengan aplikasi sembilan kali yaitu masing-masing 6300 g dan 6326 g. Perlakuan aplikasi *L. lecanii* sembilan kali dengan kerapatan konidia $10^9/\text{ml}$ pada varietas Wilis

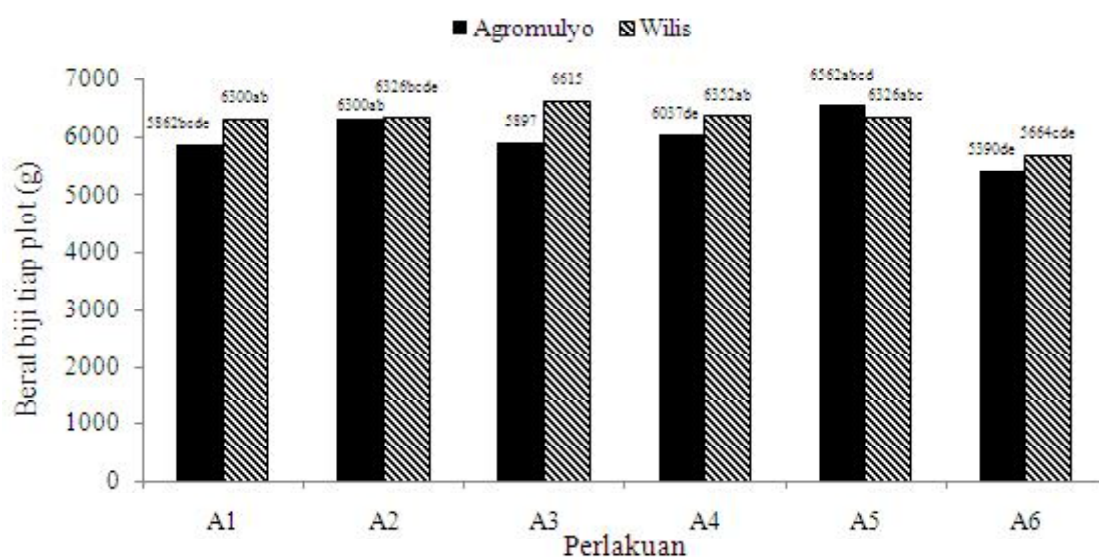
mampu menekan kerusakan tanaman akibat *B. tabaci*, karena memperoleh berat kering kedelai tertinggi mencapai 6615 g. Aplikasi 10 kali cendawan *L. lecanii* dengan kerapatan konidia $10^9/\text{ml}$ lebih efektif dibandingkan dengan aplikasi insektisida lamda sihalotrin karena berat biji yang diperoleh pada perlakuan insektisida kimia hanya 6326 g meskipun keduanya tidak berbeda nyata.

Pengendalian *B. tabaci* menggunakan cendawan *L. lecanii* pada varietas Argomulyo belum mampu menekan kehilangan hasil karena berat biji kedelai yang diperoleh lebih rendah dan tidak sebanding dengan efikasi insektisida lamda sihalotrin. Varietas Argomulyo yang terserang *B. tabaci* dan tidak dilakukan pengendalian maka akan kehilangan hasil semakin besar jika dibandingkan varietas Wilis. Varietas Wilis tanpa pengendalian masih memberikan hasil cukup baik karena setara dengan penggunaan varietas Argomulyo yang dikendalikan, baik menggunakan insektisida kimia maupun aplikasi cendawan *L. lecanii*. Oleh karena itu, untuk menekan populasi *B. tabaci* agar kehilangan hasil di lapangan tidak terjadi maka dianjurkan untuk menanam varietas Wilis.

Pengaruh Aplikasi Cendawan *L. lecanii* terhadap Perkembangan Populasi Hama lain. Populasi hama yang ada selain *B. tabaci* juga diamati dengan cara menjaring menggunakan *sweeping net* sebanyak tiga kali ayunan pada plot yang berukuran 7 x 5 m. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa hama lain yang ada adalah hama daun yakni; *Empoasca* sp., Thrips dan *Spodoptera litura* (Tabel 3). Dari ketiga jenis hama

tersebut, *Empoasca* sp. menunjukkan populasi yang lebih banyak dibandingkan Thrips maupun *S. litura*. Populasi *Empoasca* sp. mulai ditemukan pada tanaman kedelai baik Argomulyo maupun Wilis pada umur 28 HST. Perkembangan populasi mulai meningkat pada umur 42 HST hingga 56 HST, namun populasi turun hingga di bawah 10 ekor pada umur 72 HST. Populasi *Empoasca* sp. cenderung lebih tinggi pada varietas Wilis dibandingkan Argomulyo. Rendahnya populasi hama ini pada umur 72 HST disebabkan daun tanaman sudah mulai menguning dan sudah tidak menarik lagi *Empoasca* sebagai tempat berlindung maupun sebagai sumber makanan. Frekuensi aplikasi cendawan *L. lecanii* sembilan kali mengindikasikan populasi *Empoasca* sp. lebih rendah dibandingkan dengan aplikasi hanya lima kali, baik yang menggunakan kerapatan konidia 10^7 maupun $10^9/\text{ml}$. Kenyataan tersebut mengisyaratkan bahwa aplikasi cendawan dalam jumlah lebih banyak menyebabkan pengendalian menjadi lebih efektif.

Populasi Thrips sp. lebih rendah dibandingkan *Empoasca* sp., bahkan populasi Thrips sp. hanya di bawah 20 ekor tiap plot pengamatan. Populasi Thrips sp. mencapai optimal pada umur 42 HST dan pada umur 56 mulai turun hingga populasinya tidak ditemukan pada umur 72 HST. Sedangkan populasi *S. litura* dinilai sangat rendah, yaitu hanya ditemukan pada perlakuan kontrol pada umur 28 sampai dengan 42 HST. Rendahnya populasi *S. litura* disebabkan bukan dari pengaruh aplikasi cendawan *L. lecanii*, namun karena secara alami perkembangan populasi *S. litura* juga rendah di sekitar lokasi penelitian.



Gambar 7. Berat kering biji tiap plot varietas Argomulyo dan Wilis setelah diaplikasi dengan *L. lecanii*.

Tabel 3. Populasi hama *Empoasca* sp., *Thrips* sp. dan *S. litura* sp. setelah aplikasi cendawan *L. lecanii*

Perlakuan	Populasi hama pada hari ke... n (HST)											
	<i>Empoasca</i> sp. (ekor)				<i>Thrips</i> sp. (ekor)				<i>S. litura</i> (ekor)			
	28	42	56	72	28	42	56	72	28	42	56	72
V1 A1	11	18	19	7	2	4	0	0	0	0	0	0
V1 A2	11	18	23	3	1	11	5	0	0	0	0	0
V1 A3	5	6	18	2	0	4	0	0	0	0	0	0
V1 A4	11	18	23	5	2	5	6	0	1	0	0	0
V1 A5	5	7	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0
V1 A6	24	19	31	9	3	13	6	0	1	1	0	0
V2 A1	13	14	29	7	1	2	2	0	0	0	0	0
V2 A2	15	11	33	9	2	3	8	0	0	0	0	0
V2 A3	14	8	24	10	0	5	4	0	0	0	0	0
V2 A4	15	17	37	16	4	6	8	0	0	0	0	0
V2 A5	7	8	11	3	2	0	0	0	0	0	0	0
V2 A6	16	24	59	18	6	7	10	0	1	2	0	0

Keterangan: V1 = varietas Agromulyo; V2 = varietas Wilis

Pengaruh Aplikasi Cendawan *L. lecanii* terhadap Kelangsungan Hidup Predator. Aplikasi cendawan *L. lecanii* pada pertanaman kedelai untuk pengendalian *B. tabaci* ternyata tidak berdampak negatif terhadap kelangsungan hidup serangga berguna, khususnya predator generalis sebagai penghuni permukaan tanah maupun penghuni tajuk. Beberapa jenis predator yang masih mampu hidup pada plot-plot yang diaplikasi menggunakan cendawan *L. lecanii* antara lain: *Coccinella* sp., *Oxyopes* sp., dan *Paederus* sp. (Tabel 4). Populasi predator, khususnya *Coccinella* dan *Oxyopes* tampak berlimpah pada tanaman yang berumur 28-56 HST. Diduga kelimpahan predator tersebut berkaitan dengan keberadaan serangga hama yang dimangsa. Selain itu, kondisi tersebut juga dipengaruhi oleh perilaku dan ruang hidup serangga. Predator *Oxyopes* sp. mempunyai kemampuan yang tinggi dalam memangsa hama sasaran, bahkan setiap ekor *Oxyopes* sp. mampu mempredasi serangga mangsa mencapai 12 ekor per hari (Tengkano & Bedjo, 2002). Faktor lain yang mempengaruhi populasi predator diduga struktur integumen predator memiliki lapisan lilin yang lebih tebal dan lebih kuat sehingga suspensi konidia yang disemprotkan dan menempel tubuh predator tidak berhasil menginfeksi karena konidia mati.

Kelimpahan predator *Paederus* sp. tidak dipengaruhi oleh umur tanaman kedelai, hal ini tampak dari populasi predator tersebut pada umur 72 HST masih cukup banyak dibandingkan umur 56 HST. Selain itu populasi predator juga tidak dipengaruhi oleh varietas

kedelai yang ditanam, baik pada Argomulyo maupun Wilis memiliki kelimpahan populasi yang berimbang. Predator *Paederus* sp., selain menghuni tajuk kedelai juga menghuni permukaan tanah sehingga peluang preferensi mangsa cukup banyak jika dibandingkan dengan predator yang hanya menghuni tajuk kedelai saja. Dengan kata lain, apabila di tajuk tanaman tidak ditemukan mangsa sebagai pakannya maka predator tersebut akan segera pindah ke permukaan tanah untuk mencari mangsa guna memenuhi kelangsungan hidupnya.

Dari hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa aplikasi cendawan entomopatogen *L. lecanii* tidak berdampak negatif terhadap kelangsungan hidup predator yang menghuni tajuk maupun penghuni permukaan tanah. Fenomena ini dapat dibandingkan dengan aplikasi insektisida kimia yang cenderung tidak ditemukan adanya musuh alami yang hidup, baik pada kedelai Argomulyo maupun Wilis. Diketahui bahwa ketiga jenis predator tersebut sangat berperan dalam menekan perkembangan populasi hama utama kedelai secara alami, hal ini ditunjukkan dari kapasitas mangsa dari predator tersebut cukup tinggi yaitu mampu memangsa 3-12 ekor hama utama kedelai tiap hari (Tengkano & Bedjo, 2002). Oleh karena itu, cendawan *L. lecanii* mempunyai prospek yang baik dapat digunakan sebagai salah satu agens hayati dalam program pengendalian hama terpadu (PHT) untuk mengendalikan *B. tabaci*. Hal ini disebabkan cendawan *L. lecanii* dapat dikombinasikan dengan cara

Tabel 4. Populasi predator pada tiap rumpun kedelai setelah diaplikasi cendawan *L. lecanii*

Perlakuan	Populasi predator pada hari ke....n (HST)											
	<i>Coccinella</i> sp. (ekor)				<i>Oxyopes</i> sp. (ekor)				<i>Paederus</i> sp. (ekor)			
	28	42	56	72	28	42	56	72	28	42	56	72
V1 A1	0	0	1	1	1	1	0	0	3	0	1	2
V1 A2	5	0	0	0	2	1	2	1	2	0	0	0
V1 A3	1	2	4	0	0	1	1	0	2	1	2	4
V1 A4	2	0	5	0	0	0	0	2	1	0	0	1
V1 A5	0	0	1	0	3	0	0	0	1	0	0	0
V1 A6	1	0	8	1	1	0	0	0	2	4	4	2
V2 A1	3	0	1	1	3	0	0	0	3	2	1	1
V2 A2	7	0	0	1	2	2	1	1	1	1	2	2
V2 A3	7	0	4	0	2	0	0	0	0	1	0	0
V2 A4	0	0	3	0	1	3	0	2	1	0	2	2
V2 A5	1	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0
V2 A6	2	0	2	1	3	2	0	0	0	2	3	3

Keterangan: V1 = varietas Argomulyo; V2 = varietas Wilis

pengendalian lain khususnya predator maupun parasitoid (Goettel *et al.*, 2001; Koike *et al.*, 2005; Kim *et al.*, 2005). Selain itu cendawan tersebut dari hasil penelitian ini juga dapat berfungsi sebagai alternatif pengganti dari insektisida kimia karena cendawan tersebut efikasinya sebanding dengan efikasi insektisida kimia (lamda sihalotrin).

SIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa varietas Argomulyo (berbiji besar) lebih rentan terhadap serangan *B. tabaci* dibandingkan varietas Wilis (berbiji kecil). Varietas Wilis yang terserang *B. tabaci* tanpa pengendalian masih mampu menghasilkan produksi sebanding dengan varietas Argomulyo yang dikendalikan menggunakan cendawan *L. lecanii* maupun insektisida kimia. Aplikasi cendawan *L. lecanii* sebanyak sembilan kali dengan interval tiap minggu mulai umur 14-70 HST dengan kerapatan konidia $10^9/\text{ml}$ lebih efektif dibandingkan aplikasi lima kali dalam menekan perkembangan populasi *B. tabaci* dan mempertahankan kehilangan hasil setara dengan efikasi insektisida kimia. Aplikasi cendawan *L. lecanii* lebih aman terhadap kelangsungan hidup berbagai jenis predator dibandingkan dengan aplikasi insektisida kimia. Cendawan entomopatogen *L. lecanii* berpeluang besar dapat digunakan sebagai salah satu agens hayati efektif dan sebagai alternatif pengganti insektisida kimia untuk pengendalian *B. tabaci*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arioglu HH, Ozgur AF, & Isler N. 1989a. Influence of soybean pubescence type and density on whitefly (*Bemisia tabaci* Genn). resistance. World Soybean Research Conference IV Proceedings III. 1235-1240. Argentina.
- Arioglu HH, Ozgur AF, & Isler N. 1989b. The effect of whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) damage on yield and yield components in double-cropped soybean production. *Soybean Genet. Newslett.* 16: 57-61.
- Botha J, Poole M, & Hardie D. 2007. Silverleaf whitefly *Bemisia tabaci* (Biotype B) with reference to related whiteflies in Western Australia. Farmnote 35/2004. Department of Agriculture and Food. www.agric.wa.gov.au[6 September 2011].
- Butter NS, Vir BK, Kaur G, Singh TH, & Raheja RK. 1990. Biochemical basis on resistance to whitefly *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton. *Trop. Agric.* 69: 119-122.
- Byrne DN & Miller WB. 1990. Carbohydrate and amino acid composition of phloem sap and honeydew produced by *Bemisia tabaci*. *J. Insect Physiol.* 36(6): 433-439.
- Byrne FJ, Castle S, Prabhaker N, & Toascano NC. 2003. Biochemical study of resistance to imidacloprid in B biotype *Bemisia tabaci* from Guatemala. *Pest Manag. Sci* 59(3): 347-352.

- Charnley AK. 2003a. Fungal pathogens of insects from mechanisms of pathogenicity to host defense. Department of Biology & Biochemistry University of Bath. <http://www.bath.ac.uk/expertice/showperson.php?employeenumber=573> [2 September 2011].
- Charnley AK. 2003b. Fungal pathogens of insects: Cuticle degrading enzymes and toxins. *Adv. Bot. Res.* 40: 241–321.
- Davidson EW, Segura BJ, Steele T, & Hendrix DL. 1994. Microorganisms influence the composition of honeydew produced by the silverleaf whitefly *Bemisia argentifolii*. *J. Insect Physiol.* 40(12): 1069–1076.
- Denholm I, Cahill M, Byrne F, & Devonshire. 1996. Progress with documenting and combating insecticide resistance in *Bemisia*. In: Gerling D. Mayer R. (ed.). *Bemisia 1995: Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management*, Intercept, Andover UK (1996). Pp: 577–603.
- Gindin G, Barash I, Hariri N, & Raccach B. 1994. Effect of endotoxic compounds isolated from *Verticillium lecanii* on the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*. *Phytoparasitica* 22(3): 189–196.
- Goettel MS, Hajek AE, Siegel JP, & Evans HC. 2001. Safety of fungal biocontrol agents. In: Butt, T.M., J.W. Jackson & N. Magan, (Eds.). *Fungi as Biocontrol Agents (Progress, Problems and Potential)*. pp: 347–376. CABI Publishing.
- Gulluoglu L, Arioglu H, & Kurt C. 2010a. Field evaluation of soybean cultivars for resistance to whitefly (*Bemisia tabaci* Genn). *Infestations. Afr. J. Agric. Res.* 5(7): 555–560.
- Gulluoglu L, Kurt C, Arioglu H, Zaimoglu B, & Aslan V. 2010b. The researches on soybean (*Glycine max* Merr.) variety breeding for resistance to whitefly in Turkey. *Turk. J. Field Crops.* 15(2): 123–127.
- Henneberry TJ, Jech LF, & da la Torre T. 2002. Effects of cotton plant water stress on *Bemisia tabaci* strain B (Homoptera: Aleyrodidae) honeydew production. *Southwest. Entomol.* 27(2):117–133.
- Hendrix DL, Wel Y, & Leggett JE. 1992. Homopteran honeydew sugar composition is determined by both insect and plant species. *Comp Biochem Physiol* 101B: 23–27.
- Hilje L & Morales FJ. 2008. Whitefly bioecology and management in Latin America. In: Capinera, J (ed). *Encyclopedia of entomology*. pp.4250–4260. Springer.
- Horowitz AR & Ishaya I. 1996. Chemical control of *Bemisia tabaci*, management and application. In: Geerling D. & Meyer RT. (Eds.). *Bemisia 1995: Taxonomy, Biology, Damage, Control and management*. pp.537–556. Intercept, Andover, Hants, UK.
- Isaacs R, Byrne DN, & Hendrix DL. 1998. Feeding rates and carbohydrate metabolism by *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on different quality phloem saps. *Physiol. Entomol.* 23(3): 241–248.
- Islam MdT & Shunxiang R. 2009. Effect of sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) infestation on eggplant (*Solanum melongena* L.) leaf. *J. Pest Sci.* 82(3): 211–215.
- Junior ALB, Campos ZR, Lourencao AL, & Campos AR. 2007. Adult attractiveness and oviposition preference of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) B-biotype in cotton genotypes. *Sci. Agric.* 64(2): 147–151.
- Kim JJ, Kim KC, & Roberts DW. 2005. Impact of the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii* on development of an aphid parasitoid, *Aphidius colemani*. *J. Invertebr. Pathol.* 88(3): 254–256.
- Koike M, Kodama T, Kikuchi A, Okabe M, Kuramoto K, & Saito Y. 2005. Effects of *Verticillium lecanii* (*Lecanicillium lecanii*) against two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and its natural enemy *Phytoseiulus persimilis*. 38th Annual meeting of the society for Invertebrate Pathology. August 7–11, 2005 Anchorage, Alaska, USA.
- Lam WKF & Pedigo LP. 2001. Effect of trichome density on soybean pod feeding by adult bean beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). *J Econ. Entomol.* 94(6): 1459–1463.
- Lambert AL, McPherson RM, & Herzog GA. 1997. Field evaluations of fourteen soybean genotypes for resistance to whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) infestations. *J Econ. Entomol.* 90(2): 658–662.

- Lourencao AL, Alves AC, Melo AMT, & Valle GE. 2011. Development of leaf silvering in squash cultivars infested by silverleaf whitefly. *Hortic. Bras.* 29(1): 112–116.
- Mansaray A & Sundufu AJ. 2009. Oviposition, development and survivorship of the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* on soybean, *Glycine max* and the garden bean, *Phaseolus vulgaris*. *J. Insect Sci.* 9: 1.
- McAuslane HJ. 1996. The influence of pubescence on ovipositional preference of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on soybean. *Environ Entomol* 25: 834–841.
- Murakoshi S, Ichinoe M, Suzuki A, Kanaoka M, Isogai A, & Tamura A. 2005. Presence of toxic substance in fungus bodies of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Verticillium lecanii*. *Appl. Entomol. Zool.* 13(2): 97–102.
- Musa PD & Ren SX. 2005. Development and reproduction of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on three bean species. *Insect Sci.* 12(1): 25–30.
- Park H & Kim K. 2010. Selection of *Lecanicillium* strains with high virulence against developmental stages of *Bemisia tabaci*. *Mycobiol.* 38(3): 210–214.
- Perez PT, Clanzio SR, & Palmer RG. 2009. Inheritance of resistance to whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) in soybean. In: Proceedings Soybean Research World Conference. August 10-15, 2009, Beijing, China. Poster No.325.
- Perring TM. 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Prot.* 20(9): 725.
- Prayogo Y. 2009. Kajian cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) (Viegas) Zare & Gams sebagai agens hayati untuk mengendalikan telur hama pengisap polong kedelai *Riptortus linearis* (F.) (Hemiptera: Alydidae). [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana, Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor.
- Ren SX, Wang ZZ, Qiu BL, & Xiao Y. 2001. The pest status of *Bemisia tabaci* in China and non-chemical control strategies. *Insect Sci.* 8: 279–288.
- Ren SX, Ali S, Huang Z, & Wu JH. 2010. *Lecanicillium muscarium* as microbial insecticide against whitefly and its interaction with other natural enemies. Current Res, Technol and Educ Tropics in *Appl Microbiol and Microbial Biotechnol*: 339–348.
- Sidhu JS, Mann RS, & Butter NS. 2009. Deleterious effects of cotton leaf curl virus on longevity and fecundity of whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius). *J. Entomol.* 6: 62–66.
- Tengkano W & Bedjo. 2002. Potensi *Oxyopes javanus* Thorell (Oxyopidae: Araneae) Memangsa Hama Utama Kedelai. Seminar Nasional Perkembangan Terkini Pengendalian Hayati di Bidang Pertanian dan Kesehatan; Bogor. Institut Pertanian Bogor. 5 September 2002.
- Ullah F, Baloch AF, & Badshah H. 2006. Studies on varietal resistance and chemical control of whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) in cotton. *J. Biol. Sci.* 6(2): 261–264.
- Wang L, Huang J, You M, & Liu B. 2005. Effects of toxins from two strains of *Verticillium lecanii* (Hyphomycetes) on bioattributes of a predatory ladybeetle, *Delphastus catalinae* (Col.: Coccinellidae). *J. Appl. Entomol.* 129(1): 32–38.
- Wang L, Huang J, You M, Guan X, & Liu B. 2007. Toxicity and feeding deterrence of crude toxin extracts of *Lecanicillium* (*Verticillium*) *lecanii* (Hyphomycetes) against sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Pest Manag. Sci.* 63(4): 381–387.
- Wilson FD, Flint HM, Stapp BR, & NJ Parks. 1993. Evaluation of cultivars, germplasm lines, and species of *Gossypium* for Resistance to Biotype “B” of Sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 86(6): 1857–1862.